

Origens da Hidroeletricidade

Aquiles

2019

Primeira Usina de Energia Elétrica

- No ano de 1882 a empresa ***The Edison Eletric Light Company*** pertencente a **Thomas Edison**, desenvolve a primeira central de energia elétrica do mundo para fins comerciais, localizada à **Rua Pearl Street em Nova York**. A usina que **fornece energia elétrica em corrente contínua para cerca de 59 clientes**, contava com vários **geradores movidos a vapor e por operarem em única voltagem**, estes deveriam estar a 800 metros de distância dos pontos de consumo. Porém o sucesso de Edison logo é ameaçado pela chegada imponente das propostas do uso da corrente alternada, por seu rival Nikola Tesla que tencionava exceder as limitações da corrente contínua (LAMARÃO, 2012; CORRÊA, 2011).

Um pouco de História da Hidroeletricidade

- A hidroeletricidade é uma tecnologia madura, com a primeira usina hidrelétrica construída no final do século XIX, em Cragside, na Inglaterra.

Cragside Hydro Plant

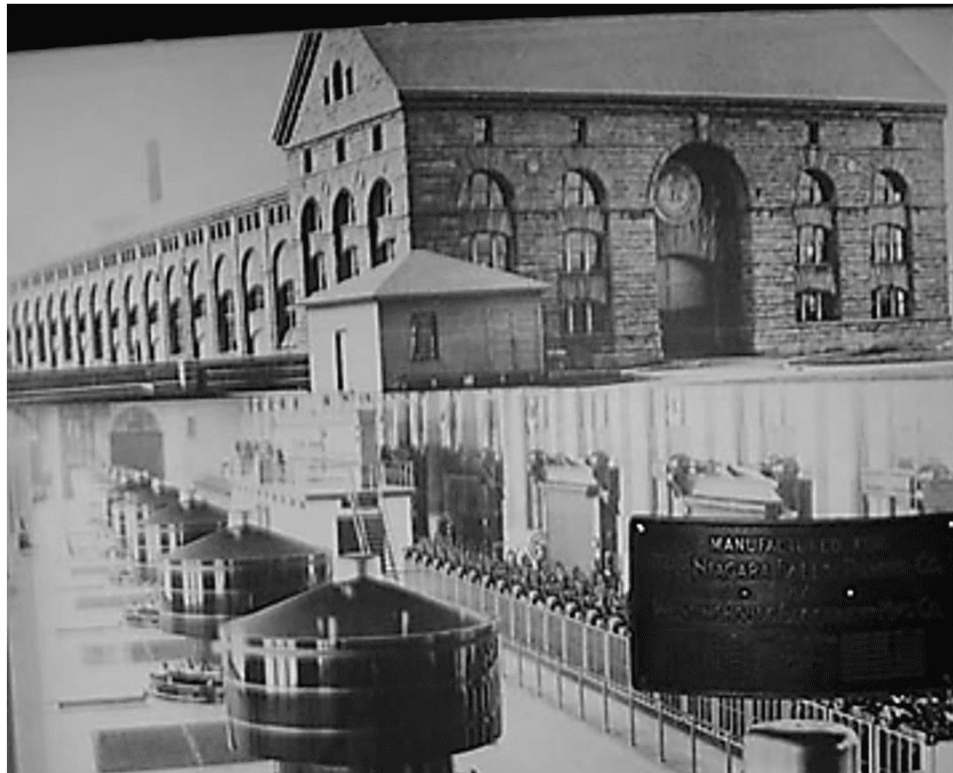
Inspired by a watermill on the Dee in Dentdale, in **1870** Armstrong installed a Siemens dynamo in what was the world's first hydroelectric power station.

The water will turn a **17-meter long galvanized turbine that will produce about 12 kW of energy**, or, the National Trust said, enough to **power all of Cragside's 350 light bulbs over the course of a year**.

The electricity generated was **used to power an arc lamp installed in the picture gallery in 1878**. This was replaced in **1880 by Joseph Swan's incandescent lamps** in what Swan considered "the first proper installation" of electric lighting.



The original hydropower cylinders on the grounds which Lord Armstrong used to power the estate.



A primeira grande usina hidrelétrica do mundo: a Niagara Falls em 1895, um ano antes do término das instalações. Fonte: Disponível em www.teslasociety.com

Ribeirão do Inferno: a primeira hidrelétrica do Brasil

- **A primeira usina termelétrica do Brasil foi inaugurada em 1883, em Campos dos Goytacazes, com a potência de 52 kW para alimentar lâmpadas;**
- **Na cidade mineira de Diamantina em 1883 entrou em operação a primeira usina hidrelétrica do Brasil, situada no Ribeirão do Inferno, um afluente do rio Jequitinhonha;**
- **A usina, do tipo fio d'água, foi instalada em *uma queda bruta 5 m e possuía apenas dois dínamos Gramme, com 4 e 8 HP*, que geravam energia capaz de movimentar bombas d'água para desmonte das formações nas minas de diamante;**
- **A pequena Ribeirão do Inferno detinha outro grande feito para a época: possuía a maior linha de transmissão do mundo, com 2 km de extensão.**

Usina de Marmelos - Brasil

Depois de Ribeirão do Inferno, Minas Gerais conheceu um período de investimentos em outras pequenas hidrelétricas, que começaram a mudar o cenário da economia no País.

É o caso a **usina hidrelétrica da Companhia Fiação e Tecidos São Silvestre**, instalada em **1885 na cidade de Viçosa**, e da **hidrelétrica Ribeirão dos Macacos**, datada de **1887**. Em **1889** – época da proclamação da república – entrava em operação a **hidrelétrica Marmelos**, em **Juiz de Fora**, também em Minas Gerais, pertencente à **Companhia Mineira de Eletricidade (CME)**.

Marmelos foi a primeira usina considerada de “maior porte”, **com dois grupos geradores de 125 kW**, e foi implementada por Bernardo Mascarenhas, um industrial mineiro da área têxtil, que conseguiu em 1888 a concessão para os serviços de iluminação em Juiz de Fora por um período de 35 anos, e tratou de iniciar a construção da usina em fevereiro de 1889. A hidrelétrica, dotada de maquinário da empresa norte-americana Max Nothman & Co., foi inaugurada sete meses depois e **a energia gerada iluminava Juiz de Fora através de 180 lâmpadas incandescentes**.

A novidade agradou tanto que, **em 1891, outras 700 lâmpadas já tinham sido instaladas para uso particular, levando a CME a investir na colocação de um terceiro grupo gerador de 125 kW**, permitindo também a utilização da energia para fins industriais.

Usina de Marmelos



A usina de Marmelos, a primeira hidrelétrica da América Latina, foi inaugurada em 1889, em Juiz de Fora, Minas Gerais.



Os 250 kW gerados na usina de Marmelos acendiam as 180 lâmpadas da cidade mineira (acima, uma réplica dos geradores)

Dados de Hidroeletricidade

Aquiles

2019



CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

Fixação das diretrizes da política energética

MME – Ministério de Minas e Energia

Execução da política energética – Poder Concedente

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

Responsável pelo acompanhamento e avaliação da continuidade e segurança do suprimento eletroenergético do território nacional

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

Responsável pelo Planejamento

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Responsável pela regulação, fiscalização e mediação setorial

ONS – Operador Nacional do Sistema

Responsável pela operação do Sistema Interligado Nacional – SIN

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

Responsável pelo gerenciamento dos contratos de compra e venda de energia elétrica e pela contabilização e liquidação de curto prazo

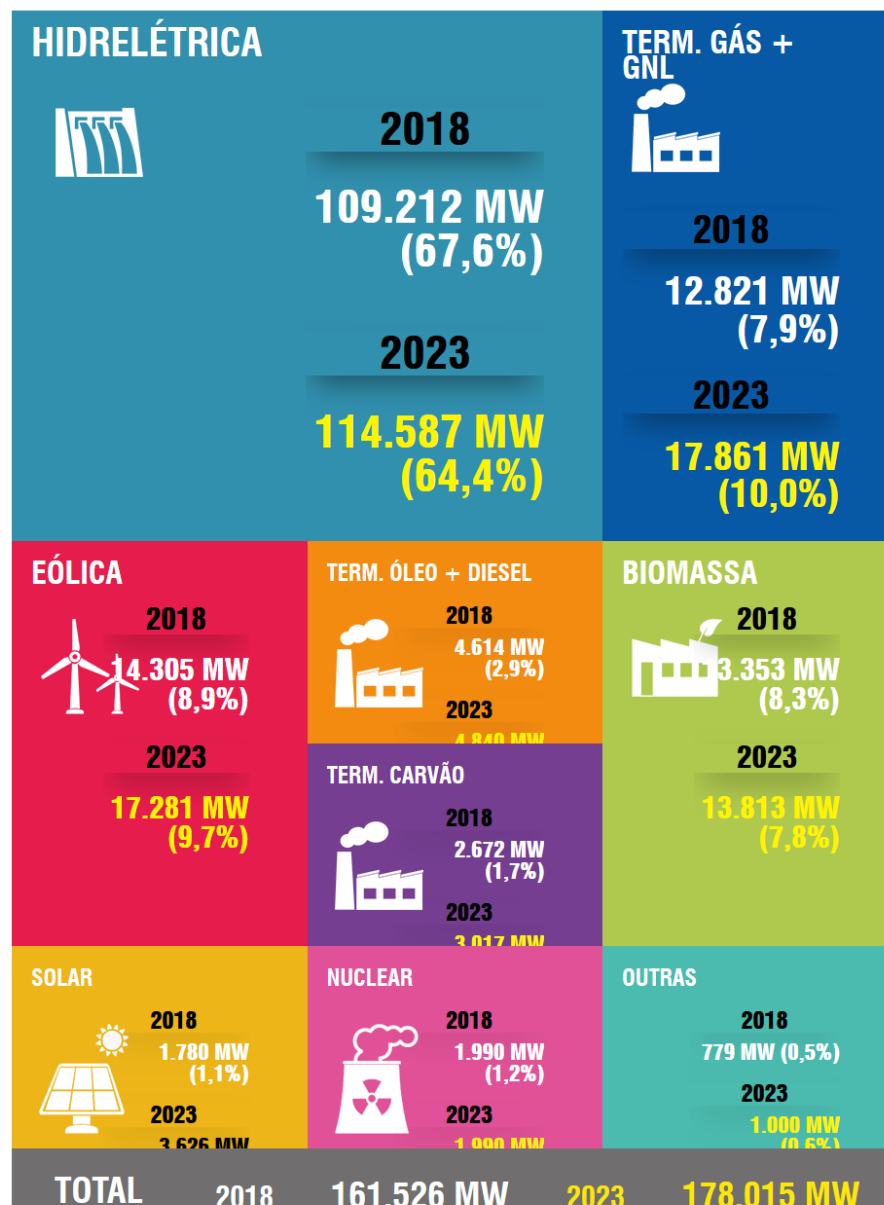
10 maiores usinas hidroelétricas - Mundo

- Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) estas são atualmente as dez maiores usinas hidrelétricas do mundo, em capacidade de produção de eletricidade.
- **1º. Três Gargantas (China): 18.200 megawatts (MW)**
- 2º. Itaipu (Brasil/Paraguai): 14.000 MW**
- 3º. Guri (Venezuela): 10.000 MW**
- 4º. Tucuruí I e II (Brasil): 8.370MW**
- 5º. Grand Coulee (EUA): 6.494 MW**
- 6º. Longtan Dam (China): 6.426 MW**
- 7º. Sayano-Shushenskaya (Rússia): 6.400 MW**
- 8º. Krasnoyarsk (Rússia): 6.000 MW**
- 9º. Churchill Falls (Canadá): 5.428 MW**
- 10º. La Grande 2 (Canadá): 5.328 MW**

10 maiores usinas hidroelétricas - Brasil

#	Usina hidrelétrica	Rio	Bacia	Sub-bacia	Estado	Potência instalada	Início de operação
01	Itaipu - Binacional ^[nota 1]	Rio Paraná	Paraná	Paraná	 PR  Alto Paraná	14.000 MW	1984
02	Belo Monte ^[nota 2]	Rio Xingú	Amazônica	Xingú	 PA	11.233 MW	2016
03	Tucuruí	Rio Tocantins	Araguaia-Tocantins	Tocantins	 PA	8.535 MW	1984
	São Luiz do Tapajós	Rio Tapajós	Amazônica	Tapajós	 PA	6.356,4 MW	(planejada)
04	Jirau	Rio Madeira	Amazônica	Madeira	 RO	3.750 MW	2013
05	Santo Antônio	Rio Madeira	Amazônica	Madeira	 RO	3.568 MW	2012
06	Ilha Solteira	Rio Paraná	Paraná	Paraná	 SP  MS	3.444 MW	1973
07	Xingó	Rio São Francisco	São Francisco	São Francisco	 AL  SE	3.162 MW	1994
08	Paulo Afonso IV	Rio São Francisco	São Francisco	São Francisco	 BA	2.462 MW	1979
	Jatobá	Rio Tapajós	Amazônica	Tapajós	 PA	2.338 MW	(planejada)
09	Itumbiara	Rio Paranaíba	Paraná	Paranaíba	 MG  GO	2.082 MW	1980
10	Teles Pires	Rio Teles Pires	Amazônica	Tapajós	 MT  PA	1.819,8 MW	2015

https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_usinas_hidrel%C3%A9tricas_do_Brasil



EXTENSÃO DA REDE DE TRANSMISSÃO

800 kV CC	2017 4.600 km	2023 9.636 km
750 kV	2017 2.683 km	2023 2.683 km
600 kV CC	2017 12.816 km	2023 12.816 km
500 kV	2017 47.750 km	2023 71.891 km
440 kV	2017 6.748 km	2023 6.969 km
345 kV	2017 10.320 km	2023 11.492 km
230 kV	2017 56.471 km	2023 69.997 km
TOTAL	141.388 km	185.484 km

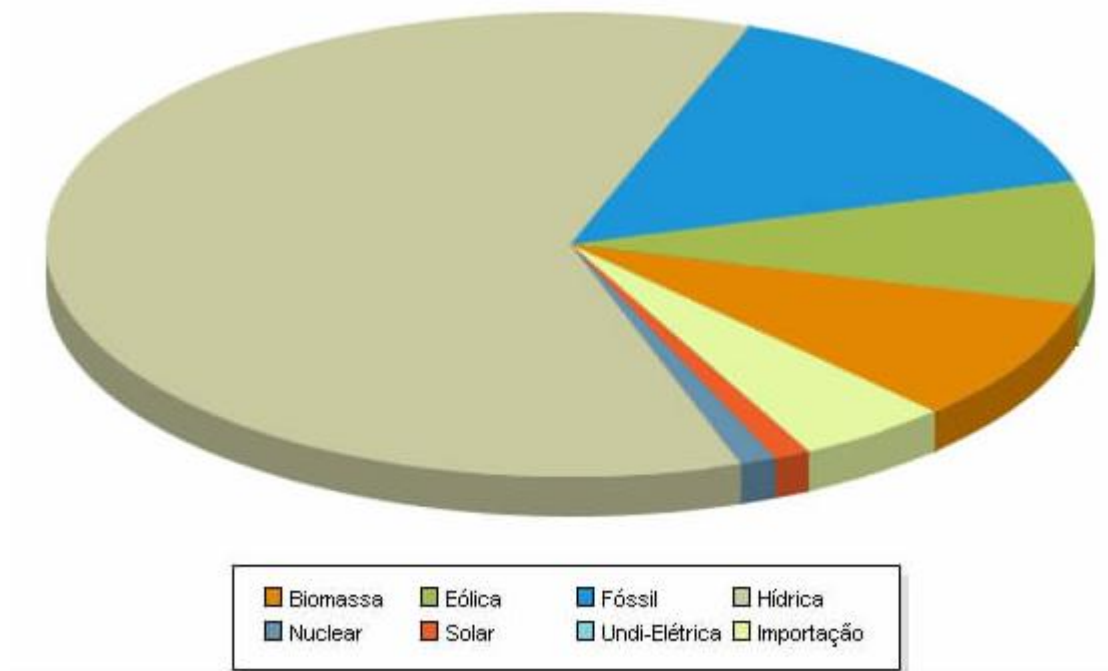
Fonte: 2017 - Dados Relevantes da Operação / 2023 - PAR

Matriz de Energia Elétrica

Fonte			Capacidade Instalada			Total		
Origem	Fonte Nível 1	Fonte Nível 2	Nº de Usinas	(KW)	%	Nº de Usinas	(KW)	%
Biomassa	Agroindustriais	Bagaço de Cana de Açúcar	404	11.400.822	6,5512	422	11.493.806	6,6047
		Biogás-AGR	3	7.951	0,0046			
		Capim Elefante	2	31.700	0,0182			
		Casca de Arroz	13	53.333	0,0306			
	Biocombustíveis líquidos	Etanol	1	320	0,0002	3	4.670	0,0027
		Óleos vegetais	2	4.350	0,0025			
	Floresta	Carvão Vegetal	8	48.197	0,0277	102	3.180.653	1,8277
		Gás de Alto Forno - Biomassa	12	127.705	0,0734			
		Lenha	6	39.915	0,0229			
		Licor Negro	18	2.530.719	1,4542			
		Resíduos Florestais	58	434.117	0,2495			
	Resíduos animais	Biogás - RA	14	4.481	0,0026	14	4.481	0,0026
	Resíduos sólidos urbanos	Biogás - RU	23	166.075	0,0954	25	171.325	0,0984
		Carvão - RU	2	5.250	0,0030			
Eólica	Cinética do vento	Cinética do vento	615	15.079.493	8,6651	615	15.079.493	8,6651
Fóssil	Carvão mineral	Calor de Processo - CM	2	28.400	0,0163	23	3.596.830	2,0668
		Carvão Mineral	13	3.202.740	1,8404			
		Gás de Alto Forno - CM	8	365.690	0,2101			
		Gás Natural	166	13.314.419	7,6508			
	Gás natural	Calor de Processo - GN	1	40.000	0,0230	167	13.354.419	7,6738
		Gás Natural	166	13.314.419	7,6508			
	Outros Fósseis	Calor de Processo - OF	3	157.950	0,0908	3	157.950	0,0908
		Gás de Alto Forno - PE	1	1.200	0,0007			
	Petróleo	Gás de Refinaria	6	319.530	0,1836	2258	8.837.250	5,0781
		Óleo Combustível	76	3.344.047	1,9216			
		Óleo Diesel	2158	4.149.145	2,3842			
		Outros Energéticos de Petróleo	17	1.023.328	0,5880			
Hídrica	Potencial hidráulico	Potencial hidráulico	1349	105.881.589	60,8425	1349	105.881.589	60,8425
Nuclear	Urânio	Urânio	2	1.990.000	1,1435	2	1.990.000	1,1435
Solar	Radiação solar	Radiação solar	2474	2.103.239	1,2086	2474	2.103.239	1,2086
Undi-Elétrica	Cinética da água	Cinética da água	1	50	0,0000	1	50	0,0000
Importação	Paraguai			5.650.000	3,2466			4,6947
	Argentina			2.250.000	1,2929			
	Venezuela			200.000	0,1149			
	Uruguai			70.000	0,0402			
Total			7458	174.025.755	100	7458	174.025.755	100

Potência(%)

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>



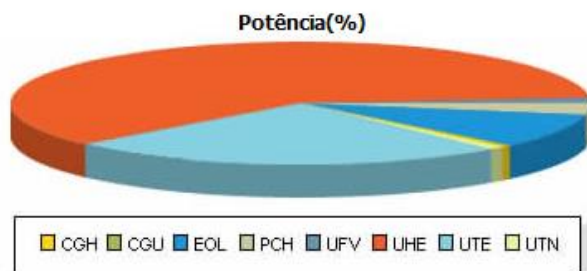
Capacidade de Geração do Brasil

O Brasil possui no total **7.458** empreendimentos em operação , totalizando **165.855.757** kW de potência instalada.

Está prevista para os próximos anos uma adição de **22.293.147** kW na capacidade de geração do País, proveniente dos **208** empreendimentos atualmente em construção e mais **396** em Empreendimentos com Construção não iniciada.

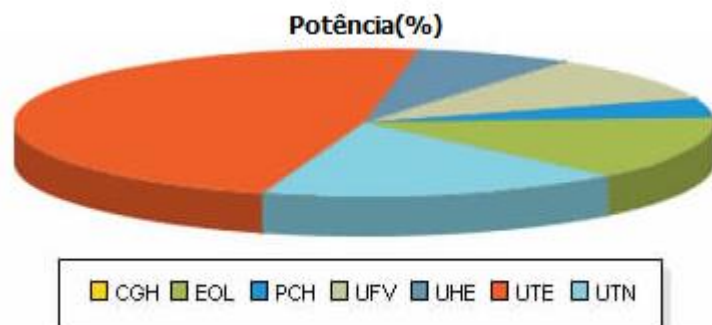
Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	707	726.666	726.480	0,44
CGU	1	50	50	0
EOL	615	15.106.789	15.079.493	9,09
PCH	425	5.271.549	5.232.476	3,15
UFV	2.474	2.106.239	2.103.239	1,27
UHE	217	102.532.178	99.922.634	60,25
UTE	3.017	42.311.814	40.801.385	24,6
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,2
Total	7.458	170.045.285	165.855.757	100

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.



Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

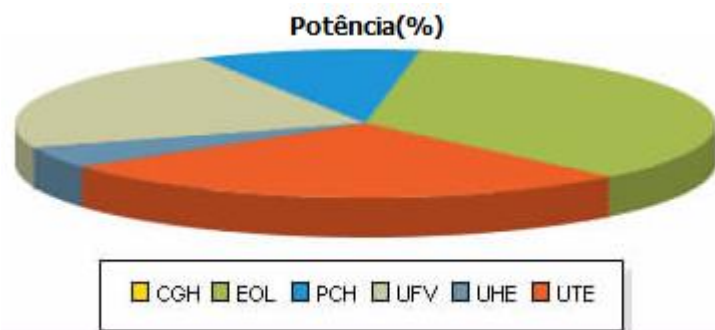
Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	4	8.512	0,11
EOL	56	1.129.985	13,97
PCH	28	346.979	4,29
UFV	31	810.668	10,02
UHE	3	579.780	7,17
UTE	85	3.865.356	47,77
UTN	1	1.350.000	16,68
Total	208	8.091.280	100



Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

Empreendimentos com Construção não iniciada			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	2	5.100	0,04
EOL	150	5.021.855	35,36
PCH	101	1.442.831	10,16
UFV	85	3.203.568	22,56
UHE	6	659.000	4,64
UTE	52	3.869.513	27,25
Total	396	14.201.867	100



Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

Sites de dados – MME, ONS e ANEEL

- <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores;jsessionid=B160E9345E8EBB68EB98D3C5EDC587CF.srv154>
- <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>
- <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao>
- <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/balanco-de-energia>
- <http://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/reservatorios>
- <http://www.ons.org.br/paginas/energia-no-futuro/programacao-da-operacao>
- <http://www.ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao>
- <http://www.aneel.gov.br/informacoes-geograficas>
- <http://www.aneel.gov.br/inventario-hidreletricos>
- <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

Sites de dados – EPE, ANA , Secretaria de Energia de SP e ABRAPCH

- <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes>
- <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>
- <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica-interativo>
- <https://www.ana.gov.br/usos-da-agua/hidroeletricidade>
- <http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/Eletricidade/index.html>
- <http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/Renovaveis/index.html>
- <https://www.abrapch.org.br/home>

Sites Internacionais – IEA, IRENA e IHA

- <https://www.iea.org/>
- <https://www.irena.org/>
- <https://www.hydropower.org/>